



Издается
с 1 августа 1959 г.

№ 10 (3002)
6 марта 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Военные самолеты

США – Швеция. УТС Т-Х фирм «Боинг» и SAAB.....	1
США. Президент Д. Трамп о программе самолета F-35	2
США. Поддержание технического состояния парка бомбардировщиков Нортроп Грумман В-2 «Спирит».....	3
ЕС. Закупка самолетов-заправщиков в европейских странах НАТО	3
Великобритания. Расширение ассортимента вооружений и боевых возможностей самолета Еврофайтер «Тайфун»	5
Франция. Поставки истребителей Дассо «Рафаль»	6

Космическая техника

США. Деятельность фирмы «СпейсХ»	7
--	---

ВОЕННЫЕ САМОЛЕТЫ

США – Швеция

УТС Т-Х фирм «Боинг» и SAAB

Фирма «Боинг» представила первый и второй опытные УТС повышенной летной подготовки Т-Х для ВВС США (рис. 1), созданные совместно со шведской фирмой SAAB.

Выкатка первого самолета состоялась 13 сентября 2016 г. на заводе фирмы «Боинг» в г. Сент-Луис (шт. Миссури), где находится сборочная линия истребителей F-15 и F-18.

Самолет в настоящее время проходит летные испытания. Он представляет собой полностью оригинальную конструкцию, созданную для замены устаревающего парка УТС Нортроп Т-38 «Тэллон», используемых для повышенной подготовки пилотов ВВС США.



Рис.1. Первый опытный УТС Т-Х фирмы «Боинг»



Рис. 2. Самолет Т-Х фирмы «Нортроп Грумман»



Рис.3. Второй опытный УТС Т-Х фирмы «Боинг» на финальной стадии сборки

дения учебного процесса инструктором.

Конкурентами консорциума «Боинг»-SAAB в программе Т-Х являются фирмы «Нортроп Грумман», «Рейтеон» и «Локхид Мартин».

Фирма «Нортроп Грумман» также предложила свой оригинальный проект УТС, а две другие фирмы – доработанные варианты уже существующих самолетов. Опытный самолет «Нортроп Грумман» (рис. 2), создаваемый в содружестве с фирмами «BAE Системз» и L-3, уже проходит наземные испытания в пустыне Мохаве.

Фирма «Локхид Мартин» предложила модифицированный вариант УБС Т-50 «Голден Игл», созданного совместно с корейской корпорацией KAI, а фирма «Рейтеон» совместно с «Хониуэлл» и СAE представляет на конкурс вариант итальянского учебного самолета Леонардо М-346 под обозначением Т-100.

За исключением двухдвигательного Т-100, все три остальных самолета оснащены одним нефорсированным ТРДД Джeneral Электрик GE F404 тягой 8 158 кгс.

Всего для подготовки пилотов на истребители пятого поколения ВВС США планирует закупить 350 учебных самолетов Т-Х, которые должны заменить 500 УТС Т-38 «Тэллон». Проект Т-Х пользуется наивысшим приоритетом у ВВС США, а достижение первоначальной готовности новых самолетов ожидается в 2024 году.

Представитель фирмы «Боинг» заявил на презентации, что второй опытный УТС Т-Х (рис. 3) уже близок к завершению и также вскоре поступит на испытания.

(№ 10/3002, 06.03.2017)

Реф. А. А. Фирсов

Информация на сайте www.aviationanalysis.net, 13/XII 2016.

США

Президент Д. Трамп о программе самолета F-35

Недавно избранный президент США Дональд Трамп (Donald Trump) обратил внимание на значительные расходы финансов по программе многоцелевого истребителя F-35. 12 декабря 2016 г. он написал в социальной сети «Твиттер», что «программа F-35 и расходы на нее вышли из-под контроля», и что «после 20 декабря¹ на военных (а также других) закупках можно и нужно сэкономить миллиарды долларов». В качестве альтернативы он видит самолет Боинг F/A-18E/F «Супер Хорнит». Судя по всему, данный истребитель сможет заменить модели С и А для ВМС и ВВС США, однако неясно, каким образом он заменит СКВВП F-35В. Кроме того, в МО США считают, что данный истребитель лишь частично соответствует требованиям министерства.

¹ 20 декабря 2016 г. Дональд Трамп вступил в должность президента США. Прим. реф.

Программа истребителя F-35 является самой дорогой в истории МО США. На разработку и производство этого истребителя было потрачено 380 млрд долл. плюс один трлн на техническое обслуживание. Однако, по словам исполнительного директора программы генерала-лейтенанта К. Богдана (Christopher Bogdan), потребуется еще от 265 до 532 млн долл., чтобы закончить его разработку. И еще 165 млн долл. на то, чтобы довести истребитель до уровня новых требований, таких, например, как модернизация информационно-логистической системы автономной логистики.

(№ 10/3002, 06.03.2017)

Реф. Т. Ю. Трунова\

Flight International, 03 – 09/I 2017, p. 6.

США

Поддержание технического состояния парка бомбардировщиков Нортроп Грумман В-2 «Спирит»

Фирма «Нортроп Грумман» по контракту стоимостью 9,9 млрд долл., заключенному с ВВС США, выполняет долгосрочную программу технического обслуживания, регламента, модернизации и поддержания технического состояния парка из 20 малозаметных бомбардировщиков В-2 «Спирит».

Согласно информации МО США, «гибкий контракт на поддержание технического состояния по второму этапу» (FAST II) без указания конкретных сроков и объемов работ направлен на «техническое обеспечение эксплуатации бомбардировщиков В-2, включая проведение инженерно-технических работ, модернизацию ПО и обеспечение необходимыми запчастями».

Контракт также предусматривает капитальный ремонт бомбардировщиков и поставку запчастей. Период действия контракта – до мая 2019 г., но оговаривается возможность продления договора вплоть до мая 2024 г.

Работы по обслуживанию проводятся на заводе фирмы «Нортроп Грумман» в г. Палмдейл (шт. Калифорния, см. рисунок), а также на а/б ВВС США «Уайтмэн» (шт. Миссури), «Тинкер» (шт. Оклахома), «Райт-Паттерсон» (шт. Огайо), «Эдвардс» (шт. Калифорния) и «Хилл» (шт. Юта).

(№10/3002, 06.03.2017)

Реф. А. А. Фирсов



Восстановление радиопоглощающего покрытия на бомбардировщике Нортроп Грумман В-2 на заводе фирмы в г. Палмдейл

ЕС

Закупка самолетов-заправщиков в европейских странах НАТО

Весной 2014 г. Европейское оборонное агентство (EDA) провело всесторонний анализ многоцелевого транспортного самолета-заправщика Эрбас А330 MRTT, а также самолета-заправщика Боинг КС-46. На основании полученной информации EDA выбрало в качестве перспективного европейского заправщика для нескольких европейских стран – членов ЕС самолет А330 MRTT (рис. 1). В настоящее время самолет состоит на вооружении ВВС Великобритании (под обозначением «Вояджер»), Австралии, Саудовской Аравии и ОАЭ.

Агентство EDA (рис. 2) планирует масштабные закупки целого парка самолетов-заправщиков, что позволит в полной мере воспользоваться скидками и экономическим эффектом от такого крупного заказа.



Рис. 1. Многоцелевой транспортный самолет-заправщик Эрбас А330 MRTT



Рис. 2. Один из германских многоцелевых транспортных самолетов-заправщиков Эрбас А310, используемый ЕДА для обучения пилотов дозаправке в полете



Рис. 3. Самолет Эрбас А400М с агрегатами дозаправки топливом в полете под крылом

своих самолета-заправщика KDC-10. Третий голландский самолет KDC-10, использовавшийся в качестве транспортного самолета без оборудования для передачи топлива в полете, в 2014 г. был снят с вооружения и отправлен в Великобританию на слом.

Польша планирует приобрести три самолета-заправщика для обеспечения своих истребителей-бомбардировщиков F-16, а ВВС Норвегии требуется самолет-заправщик, оборудованный штангой для передачи топлива для обеспечения полетов закупаемых истребителей F-35A, которые должны поступить на вооружение в 2018 г. Бельгия, которая никогда не имела своих самолетов-заправщиков, планирует использовать такой самолет в почасовом лизинге совместно с ВВС другой страны.

Агентство ЕДА вынуждено было рассмотреть возможность закупки новых самолетов-заправщиков исходя из опыта ведения боевых действий против Ливии в 2011 г., когда количество всех наличных европейских самолетов-заправщиков оказалось недостаточно, и их пришлось просить у американского партнера.

Другой побудительной причиной централизованной закупки самолетов-заправщиков является тот факт, что многие уже состоящие на вооружении отдельных европейских стран самолеты-заправщики нельзя использовать для дозаправки в полете целого ряда типов боевых самолетов, используемых ВВС других стран ЕС.

Еще одним аргументом в пользу расширения парка самолетов-заправщиков Доннет назвал поступление на вооружение нового ВТС Эрбас А400М (рис. 3). ЕДА планирует провести сертификацию как можно большего числа типов боевых самолетов для возможности их заправки от самолета А400М. Испытания данного ВТС в качестве заправщика прошли в 2015 г., после завершения общей программы его летных испытаний, и выполнялись приблизительно по той же схеме, что использовалась годом ранее с итальянским самолетом-заправщиком KC-767.

Все серийные ВТС А400М должны иметь возможность передавать топливо с помощью подкрыльевых контейнеров с системой «шланг – конус» (HDU), но только 29 из 160 планируемых к закупке европейцами самолетов этого типа будут оснащены доработанной хвостовой рампой с возможностью установки по линии симметрии самолета еще одного агрегата HDU, который в основном должен использоваться для дозаправки больших самолетов. Хотя не все страны – заказчики А400М планируют приобретать контейнеры HDU, по мнению Доннета, потенциально ЕДА и ряд других организаций, которые могут иметь в своем распоряжении контейнеры дозаправки, в случае необходимости смогут закрыть ими все потребности, если они возникнут.

Так, Великобритания не планирует использовать ВТС А400М для дозаправки самолетов в полете, однако британское военное руководство считает, что, по крайней мере, один самолет этого типа должен быть оснащен контейнерами HDU и размещен на Фолклендских островах для обеспечения полетов четырех истребителей «Тайфун». Это позволит высвободить находящийся там самолет-заправщик Эрбас А330 «Вояджер».

На данный момент сразу 12 стран приступили к сертификации своих боевых самолетов для возможности заправки от самолета А330 «Вояджер». Сертификационные испытания прошли в 2014 – 2016 гг. Кроме

Кроме того, ЕДА планирует закупить самолеты для совместного использования несколькими странами.

«Нами была рассмотрена возможность закупки от 5 до 10 самолетов, – заявил Л. Доннет (Laurent Donnet), курирующий этот проект от ЕДА. – Пять стран уже выразили заинтересованность в участии в данном проекте».

Из пяти стран-участниц программы: Бельгии, Нидерландов, Норвегии, Польши и Испании, только две сейчас имеют в своем распоряжении самолеты-заправщики.

По вопросу о совместном использовании закупаемых ВС страны-участники имеют различные планы.

Так, командование ВВС Испании планирует закупить один новый самолет-заправщик типа А330 для замены устаревшего заправщика Боинг KC-707 в рамках совместной программы закупок под эгидой ЕДА. Нидерланды планируют заменить два

того, заинтересованность в подобных испытаниях выразило и руководство Австралии для своего самолета-заправщика KC-30, оснащенного помимо системы «шланг – конус» еще и заправочной штангой.

В июле 2014 г. компания «Эрбас» объявила об успешной сертификации процесса дозаправки в воздухе ВТС A400M от многоцелевого транспортного самолета-заправщика A330 MRTT (рис. 4).

В ходе четырех полетов, совершенных днем и ночью над южной частью Испании, самолет A400M получил во время 100 «влажных контактов» более 80 т топлива от самолета A330 MRTT ВВС Великобритании с использованием системы «шланг – конус», смонтированной в хвостовой части фюзеляжа (Fuselage Refuelling Unit, FRU). Тренировкам предшествовала отработка «сухих контактов» (без передачи топлива), проведенная на более ранней фазе сертификационных испытаний.

(№ 10/3002, 06.03.2017)

Реф. А. А. Фирсов



Рис. 4. Дозаправка ВТС A400M от самолета-заправщика A330 MRTT «Вояджер»

Информация на сайте www.airforcetechnology.com, 25/XII 2016.

Великобритания

Расширение ассортимента вооружений и боевых возможностей самолета Еврофайтер «Тайфун»

ВВС Великобритании начали эксплуатационные испытания усовершенствований, внесенных в истребители Еврофайтер «Тайфун» (рис. 1). Данные усовершенствования позволят истребителю «Тайфун» выполнять атаки наземных целей, к концу 2018 г. заменив самолеты Панавиа «Торнадо» GR.4, состоящие на вооружении Королевских ВВС.

В настоящее время проходит первая фаза испытаний по нормативам «Оптимизация дальнейшей работы» (Phase 1 Enhancements Further Work, PIEb FW).

В испытаниях задействована 41-я эскадрилья, приписанная к а/б «Конингсби» (гр. Линкольншир). На данном этапе усовершенствования включают в себя интеграцию дополнительного интерфейса «человек – машина», улучшение параметров целеуказания в режиме «воздух – поверхность». По словам капитана авиации Л. Джилли-Росса (Luke Gili-Ross) из 41-й эскадрильи, «на первый взгляд, усовершенствования Фазы 1 RW незначительны, однако в аспекте непрерывного наращивания его боевого потенциала они весьма существенны».

Фаза PIEb FW является первой частью проекта «Центурион», в рамках которого истребители «Тайфун» пройдут также вторую фазу усовершенствований P2E. Вторая фаза будет включать в себя начальную интеграцию УР MBDA «Метеор» большой дальности класса «воздух – воздух» и КР MBDA «Сторм Шэдоу» класса «воздух – поверхность» в ассортимент вооружений самолета «Тайфун». Предполагается и третья фаза усовершенствований P3E, во время которой будет произведена полная интеграция данных видов вооружения, а также интеграция ракеты класса «воздух – поверхность» MBDA «Бримстоун» 2.

14 июня 2016 г. на испытательной базе, которая находится на Гебридских островах, были произведены пуски КР MBDA «Сторм Шэдоу» (рис. 2) в рамках второй части работ по модернизации данного истребителя (Phase 2 Enhancement package). В испытаниях принимал участие один из серийных истребителей, предназначенных для отработки решений по дальнейшему совершенствованию самолета (Instrumented Production Aircraft), под номером 6. Самолет IPA6 поднялся в воздух с заводского аэродрома компании «BAE Системз» в г. Уортон (Великобритания).

Испытания ракеты «Сторм Шэдоу» персоналом 41-й ИАЭ ВВС Великобритании и подразделением оценки оперативной готовности вооружения продолжатся в 2017 г. В начале года они переместятся на а/б «Конингсби» (гр. Линкольншир). ВВС Великобритании ожидают, что КР «Сторм Шэдоу» достигнет полной боевой готовности в течение 2018 г., как раз перед тем, как будет списан последний самолет Панавиа «Торнадо» GR4.



Рис. 1. Двухместный самолет Еврофайтер EF2000 «Тайфун» из состава 41-й ИАЭ ВВС Великобритании



Рис. 2. КР MBDA «Сторм Шэдоу» в ходе испытаний под крылом самолета Еврофайтер «Тайфун»



Рис. 3. Малогабаритная КР MBDA «Спиар» 3

лем и иметь дальность действия свыше 100 км. В каждом из двух внутренних отсеков вооружения самолет F-35 сможет нести по четыре данных ракеты плюс восемь ракет на внешних узлах подвески. Стоимость контракта на разработку данной ракеты составила 540 млн долл.

(№ 10/3002, 06.03.2017)

Реф. Т. Ю. Трунова

Flight International, 01 – 07/XI 2016, p. 18.

Франция

Поставки истребителей Дассо «Рафаль»

На 1 декабря 2016 г. портфель твердых заказов истребителя Дассо «Рафаль» состоял из 110 единиц, из которых 32 единицы запланированы к поставке в ВС Франции, а остальные 78 предназначены на экспорт в Египет (18 единиц, см. рисунок), Индию (36 единиц), Катар (24 единицы). Что касается Индии, то переговорный процесс о закупке новых истребителей был достаточно длительным и тяжелым. Изначально предполагалось, что Индия закупит 126 самолетов на 10 млрд долл., однако оказалось, что эта закупка не укладывается в бюджетные рамки. В результате, как паллиативное решение, стороны пришли к контракту на 36 истребителей «Рафаль» общей суммой 8.1 млрд долл.

На настоящий момент эксплуатантами истребителя «Рафаль» являются ВВС и ВМС Франции, а также ВВС Египта. По информации базы данных Flight Fleet Analyzer, ВМС Франции эксплуатируют 39 единиц истребителя данного типа, причем все эти самолеты представляют собой вариант М авианосного базирования.

Согласно новейшей информации от 5 января 2017 г., предоставленной компанией «Дассо», в 2016 г. фирмой было построено 9 новых самолетов «Рафаль», что соответствует графику на этот год и на одну единицу превышает количество самолетов, построенных в 2015 г. Шесть экземпляров из вновь построенных самолетов было передано в ВС Франции, а еще три – поступили в ВВС Египта. Кроме того, компания «Дассо» возвратила две единицы самолета «Рафаль» М в ВМС Франции после проведенной модификации до действующего стандарта F3.

(№ 10/3002, 06.03.2017)

Реф. Т. Ю. Трунова



Истребитель Дассо «Рафаль» ВВС Египта

Flight International, 17 – 23/I 2017, p. 17.

КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

США

Деятельность фирмы «Спейс-Х»

Основателю фирмы «СпейсХ» Элону Маску (Elon Mask) удалось ликвидировать очередное препятствие на его пути к реализации марсианской программы, успешно осуществив 14 января 2016 г. пуск ракеты «Фэлкон» 9 и ее возвращение на землю (рис. 1). Успешное выведение на орбиту ракетой десяти спутников серии «Иридиум» вернуло компанию на рынок запусков после взрыва ракеты 1 сентября 2016 г.

Запуск 14 января 2016 г. позволил фирме «Спейс-Х» также продолжить работы по повторному использованию первой ступени ракеты. После выведения на орбиту второй ступени первая ступень развернулась и, используя три двигателя из девяти, придала себе тормозной импульс, позволивший выполнить безопасное снижение и посадку на плавучую платформу в точном соответствии «с заложенной программой полета».

Для возвращения первая ступень сначала снижает свою скорость с 2 км/с наполовину, после чего двигатели обеспечивают плавный спуск ступени на платформу и посадку на опускаемые опоры. Всего было выполнено семь удачных посадок первых ступеней ракеты, которые планируется использовать повторно для снижения стоимости запуска. Первый пуск РН с повторным использованием первой ступени запланирован на конец февраля 2017 г. при запуске европейского спутника связи SES-10.

Агентство NASA должно сертифицировать ракету для запуска с ее помощью кораблей к Международной космической станции, но FAA после исследования причин аварии на космодроме на мысе Канаверал уже выдало лицензию на еще шесть запусков с а/б «Ванденберг» (шт. Калифорния) в рамках развертывания коммуникационной сети нового поколения «Иридиум»-NEXT.

Успешный пуск РН «Фэлкон» 9 с последующей посадкой первой ступени – центральное событие как для фирмы «Спейс-Х», так и для компании «Иридиум», которая начинает развертывание крупной сети новых низкоорбитальных спутников мобильной связи вместо старой сети, существовавшей еще с 1990-х годов. Спутники «Иридиум»-NEXT, обеспечивающие связь в L-диапазоне частот (1–2 ГГц), производятся фирмой «Талос Аления спейс» совместно с корпорацией «Обритал АТК» и по сравнению с предшественниками имеют большую мощность сигнала, большую скорость передачи, расширенный диапазон услуг, включая слежение за летящими самолетами.

В свою очередь, «Спейс-Х» нуждалась в положительном результате после предшествующего взрыва ракеты, вызванного, как полагают, разрушением бака с гелием системы наддува топливных баков второй ступени, что привело к потере израильского спутника связи и, по крайней мере, одного заказа на запуск.

Фирма «Хоторн» из шт. Калифорния, обеспечивающая размещение заказов на космические полеты, хотя и планирует в перспективе отправить первых людей на Марс, в ближайших планах должна реализовать контракт с NASA стоимостью 2,6 млрд долл. на шесть полетов к МКС, используя РН «Фэлкон»-9 и пилотируемую версию космического корабля «Дрэгон» (рис. 2).

Первыми контрактами, которые должна выполнить фирма «Хоторн», должны были стать запуск коммерческого спутника связи «ЭхоСтар»-23 в конце января 2017 г., а также запуск грузового корабля к МКС 8 февраля, но на них не было получено разрешения от NASA. FAA также еще не давало разрешение на проведение полетов с Восточного побережья США.

Взрыв ракеты серьезно повредил пусковое устройство ракеты «Фэлкон» 9 на 40-м комплексе космодрома, поэтому запуски спутника «ЭхоСтар»-23 и грузового корабля к МКС должны быть осуществлены с комплекса 39А недалеко от космического центра им. Кеннеди. Фирма «Спейс-Х» арендовала его у NASA и провела необходимое переоборудование.

12 января, согласно заявлению пресс-секретаря космического агентства, состоялась встреча представителей NASA и «Спейс-Х», на которой обсудили ход исследования причин аварии. Разговор, «без приня-



Рис. 1. Первая ступень РН Спейс-Х «Фэлкон» 9 после успешного приземления на посадочной платформе



Рис. 2. КК СпейсХ «Дрэгон»



Рис. 3. РН СпейсХ «Фэлкон хэви»

тия протокольных решений», стал очередным шагом для будущей работы «по вопросам сертификации и полетов» к МКС – программам NASA коммерческих пилотируемых и грузовых пусков.

Перед началом пилотируемых полетов к МКС фирма «Спейс-Х» должна провести беспилотные испытания космической системы, а также осуществить запуск на борт МКС корабля с космонавтами-испытателями. Две фирмы – «Спейс-Х» и «Боинг» – получили контракты на 4,2 млрд долл. на коммерческий запуск космонавтов, но запланированные сроки начала полетов в конце 2018 г. срываются из-за различных

технических проблем, включая взрыв ракеты «Фэлкон» 9.

Тем не менее NASA заявило, что рассматривает возможность дальнейшей покупки услуг на доставку астронавтов на российских КК «Союз» с помощью посредничества фирмы «Боинг», так как американские средства выведения «все еще находятся в стадии разработки и не смогут приступить к запланированным полетам к МКС ранее 2019 года».

Инженеры NASA и FAA приняли участие в расследовании аварии РН «Фэлкон», в результате которого было обнаружено, что причиной стало использование переохлажденного окислителя, который попал в пустоты обмотки бака со сжатым гелием и там замерз. Последующая вибрация вызвала от трения реакцию горения углеродной обмотки бака с замерзшим окислителем, а потом привела к взрыву бака. Для исключения причин аварии требуется перепроектировать бак системы наддува, а до этого придется вернуться к использованию окислителя при обычной температуре².

Такой подход использовался при запуске спутников «Иридиум», но экспертная группа по надзору за безопасностью космических полетов NASA сделала серьезное предупреждение о недопустимости метода быстрой заправки и прожига ракеты, который был использован во время подготовки к запуску израильского спутника «Амос» 6³.

Фирма «Спейс-Х» также планирует до конца 2017 г. осуществить первый запуск тяжелый РН «Фэлкон хэви» (рис. 3) с массой полезной

нагрузки до 54 тонн, три блока первой ступени которой должны также самостоятельно осуществить посадку после использования.

(№ 10/3002, 06.03.2017)

Реф. А. А. Фирсов

Aviation Week & Space technology, 23/I - 05/II 2017, p. 27.

² Снижение плотности окислителя отразится на массе заправляемого топлива и, соответственно, на грузоподъемности ракеты-носителя. *Прим. реф.*

³ Согласно газете «Флорида тудэй», быструю заправку ракеты непосредственно перед стартом потребовало от фирмы «Спейс-Х» агентство NASA, – полагали, что при проведении пилотируемых полетов это сократит сроки пребывания астронавтов в заправленной ракете и повысит их безопасность. *Прим. реф.*

«АРТ», ОНТИ ЦАГИ, 2017, № 10 (3002), 1 — 8.

Ответственный редактор **И. В. Кудишин**

Научный редактор **В. А. Бакурский**

Литературный редактор **И. В. Кудишин**

Верстка на компьютере **А. А. Фирсов**

Технический редактор **О. В. Колоколова**

Корректор **И.Х. Абдулхаеров**

Сдано в набор 14.02.2017.

Подписано в печать 28.02.2017.

Формат бумаги 60 × 90 1/8.

Офсетная № 1.

Офсетная печать.

Бум. л. 0.5.

Усл. печ. л. 1.0.

Уч.-изд. л. 1.07.

Индекс 5175.

Издательский отдел ЦАГИ. Зак. 5887